

## Oxidative stress induced by exercise and endurance training

著者	十枝内 厚次
内容記述	Thesis (Ph. D. in Health and Sport Sciences)--University of Tsukuba, (A), no. 2470, 2001.1.31 Includes bibliographical references
発行年	2001
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2241/3560">http://hdl.handle.net/2241/3560</a>

氏 名 (本 籍)	と し ない こ う し 十枝内 厚 次 (東 京 都)		
学 位 の 種 類	博 士 (体育科学)		
学 位 記 番 号	博 甲 第 2470 号		
学位授与年月日	平成 13 年 1 月 31 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審 査 研 究 科	体育科学研究科		
学 位 論 文 題 目	OXIDATIVE STRESS INDUCED BY EXERCISE AND ENDURANCE TRAINING (運動および持久性トレーニングによる酸化ストレス)		
主 査	筑波大学教授	医学博士	野 村 武 男
副 査	筑波大学教授	農学博士	鈴 木 正 成
副 査	筑波大学教授	教育学博士	芳 賀 脩 光
副 査	筑波大学助教授	医学博士	徳 山 薫 平
副 査	筑波大学助教授	工学博士	藤 森 憲
副 査	筑波大学講師	博士 (医学)	竹 田 一 則

## 論 文 の 内 容 の 要 旨

本研究は運動が健康や身体機能維持・改善に有益であるとする反面、一方で、運動中には安静時よりも多くの酸素を消費伴うために、生体の生理的機能において酸化ストレスを増大させる可能性が大きい。この点に関して、運動条件、およびトレーニングと酸化ストレスの関係を検討することは極めて有意義である。そこで本研究としては (1) 同一エネルギー消費量下における強度と時間の異なる運動を用いた酸化ストレスにおよぼす運動条件の影響、(2) 運動条件によって影響されるスーパーオキシドアニオンラジカル ( $O_2^-$ ) 産生源の特定、(3) 抗酸化酵素におよぼすトレーニングの影響、以上 3 つの研究課題について検討することを目的とした。それらの結果は以下の通りである。

- (1) 成人男性 5 名を対象とし、全ての被検者が最大酸素摂取量 (maximal oxygen uptake :  $VO_{2max}$ ) を測定した後、40%  $VO_{2max}$  の運動を 45 分、60%  $VO_{2max}$  の運動を 30 分、80%  $VO_{2max}$  の運動を 22.5 分の 3 つの運動をランダムに実施した結果、運動後の血漿過酸化脂質の増加率は強度の増大にともなって増加した。このことから、エネルギー消費量が同じ運動の場合一過性運動における酸化ストレスの増大は運動強度の増大に依存することが示唆された。
- (2) 運動強度の増大に依存する活性酸素産生源を特定するため、成人男性 6 名を対象とし、好中球の  $O_2^-$  産生能と XO 活性による  $O_2^-$  産生の指標である尿酸 (uric acid : UA) 値の運動前後の変化を観察した結果、好中球  $O_2^-$  産生能の亢進は運動強度の増大に関与しており、さらに運動強度によって増加する酸化ストレスすなわち、脂質過酸化は好中球由来の  $O_2^-$  が関与していることが示唆された。
- (3) 一過性運動による酸化ストレスの影響はトレーニングによって変化するため、酸化ストレスを受けやすいと考えられる腎臓を被検組織として 2 ヶ月齢の若齢マウス (10 匹) と 26 ヶ月齢の老齢マウス (12 匹) を対象に酸化ストレスにおよぼすトレーニングの影響を検討した結果、腎臓における抗酸化酵素系の働きは全体として、加齢の影響により低下する傾向にあるにもかかわらず、トレーニングによる影響が認められなかった。このことは、反対に腎臓は酸化ストレスによる損傷を受けやすいことが示唆された。

以上より、一過性運動による酸化ストレスは運動強度の増加によって増大し、その原因の一つに好中球由来の

O<sub>2</sub><sup>-</sup>が関与しているを明らかにした。また、腎臓においてトレーニング中、酸化ストレスを繰り返し受けているにも関わらず、抗酸化酵素系に改善が認められなかったことは、腎臓は酸化ストレスに対して抵抗性の弱い組織であり、運動によって生じる酸化ストレスは運動強度と酸化ストレスを受ける組織に依存することを明らかにした。このことから、運動による酸化ストレスは強度に依存し、かつトレーニングによる適応は組織によって異なり、内部組織に強く影響を与えることが示唆される。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

今日、健康維持・増進、および疾病予防・改善を目的として広くおこなわれている有酸素運動は、その一方で有害性も含有しており、安全でかつ有効な運動の定義は国内外の報告をみても全く確立されていない現状である。同時に、運動中に増加すると考えられている酸化ストレスを引き起こす要因を詳細に検討した研究は全くなされていない。

本研究は運動強度や運動時間、およびトレーニング等の諸条件が酸化ストレスにおよぼす影響を検討し、その結果、運動によって生じる酸化ストレスの原因は運動強度に依存し、その産生源として好中球から産生される活性酸素の役割が大きいことを明らかにした。また、トレーニングの効果は組織に特異的であることから、有酸素運動の継続した実施には、その強度という条件が重要であることを示唆した意義のある論文である。特に、予防医学的観点から、有酸素運動の安全基準上問題であった、酸化ストレスの影響を最小限にとどめ、運動の有効性を高めるための価値のある知見である。

よって、著者は博士（体育科学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。